综合防雷系统设计思路

摘 要：为确保102台转播的广播电视信号安全、优质、完整播出，需结合102台自身的地理位置及地形，对防雷系统进行总体规划设计。

关键词：防雷系统直击雷；侧击雷等电位连接
中图分类号：TU761　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）01-059-03　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.01.020

文 / 白卫立

102台地处高山，海拔1240米，是河南省主干广播电视发射台。广播电视事业的发展和数字化、自动化程度的提高，对系统进行防雷的综合设计越来越有必要，特别是小信号系统的综合防雷，在广播电视转播台使用的高频头、功分器、接收器、调制解调器、卫星接收机等设备的抗雷击能力越来越弱。由于102台所属地形比较特殊，易遭受雷电袭击，雷电对广播电视系统危害较大。防雷与接地系统是否可靠，关系到广播电视节目的安全播出[1]。综合防雷系统主要应用于广播电视、有线网络、发射台站，对相关的设备如高频头、功分器、接收器、调制解调器等小信号设备系统进行防雷保护显得尤为重要。广播电视转播台102台有源设备多，地处高山，遭雷击的机会多，雷击给102台的广播电视设备造成的经济损失是无法估计的。

为确保102台转播的广播电视信号安全、优质、完整播出，减少经济损失，充分发挥现有先进设备的作用，创造经济及社会效益，因此，需结合102台自身的地理位置及地形，对防雷系统进行了总体规划设计并实施。

1. 现场情况分析

随着102台设备的增加，台上的防雷系统业已运行多年未做相应的调整和改造。2006年102台连续遭遇雷击侵害，造成因设备损坏而停播。其中卫星接收系统连续两次被雷击，造成前端的高频头损坏，同时雷击造成微波机房和监控室多台设备损坏，损坏设备清单如下：

（1）数字音频分配器一台；
（2）20寸液晶显示器一台；
（3）自动化设备五个串口被击毁；
（4）数字音频智能切换器一台；
（5）音频信号监测仪损坏14口；
（6）卫星信号高频头2个。

另外，由于供电线路事故，高压缺相造成部分设备遭受过电压侵害而损坏。

对地网抽测了两个点，分别为3.2Ω 和0.4Ω。

通过现场勘察，102台在下列方面存在防雷隐患：

卫星接收天线与微波接收天线由于直接暴露在大气中，有直击或通过感应遭受雷电流入侵的可能。

主要机房，如微波机房、监控机房、电视机房、调频机房以及配电机房由于设备更新改造后，没有系统地做等电位连接，会造成雷电流入侵后泄放路径不通畅，形成地电位反击而造成设备损坏。

室外屋顶的接闪装置引下线间隔过大，不利于雷电流的泄放与分流。屋顶简易的避雷针会造成落雷不够准确，会造成雷击爆发在接收天线附近，而通过接收设备的传输电缆引入机房。

信号部分无防雷保护设备，而新增的设备大多采用集成电路，耐压值低。

供电系统存在一定隐患，建议与供电部门协调定期检测高压电缆的绝缘性能。内部低压配电系统在原有的防雷设施及线路也要定期检查。

综合以上分析，造成102台雷击侵害事故的主要原因如下：

（1）爆发在机房附近的直击雷、侧击雷的影响；
（2）地电位反击；
（3）高频信号感应；
（4）电源系统过电压侵害。

因此，必须在直击雷防护、配电系统、信号系统、机房等电位连接等方面进行防护和改善。

2. 防雷改造工程方案

2.1 直击雷、侧击雷防护

2.1.1 完善原室外机房屋顶原简易接闪装置

在整个建筑的屋顶设置避雷带、避雷网。

为抗御直击雷、侧击雷和降低雷电电磁干扰，在机房屋顶设置避雷网、避雷带和引下线。机房屋顶原有的避雷网经多年的自然损害，大部分锈蚀严重，需更新。

机房顶的避雷网由60cm×60cm的正方形网格构成，每隔60cm与避雷带焊接连通。网格由40mm×4mm的热镀锌扁钢交叉焊接构成。热镀锌钢材的镀锌厚度为20~60μm。

避雷带采用不小于 ф8mm 热镀锌圆钢沿屋顶周边设置一圈，距墙体高度 15cm，并用热镀锌圆钢均匀设置避雷带支撑柱，支撑柱间距不大于 1m。

引下线是避雷带与接地装置的连接线。通过多根均匀分布的引下线将避雷网避雷带就近入地与地网连通。引下线采用 40mm×4mm 的热镀锌扁钢或不小于 ф8MM 热镀锌圆钢，与其他电气线路的距离大于 1m。机房屋顶上其他金属设施亦应分别就近与避雷网带焊接连通。

2.1.2 增设两支避雷针

南坡因山势相对陡峭，并有高压架空电力线，遭受侧击雷和滚山雷侵袭的可能性较大。在此侧机房卫星接收天线因雷击损坏高频头，为保护该设备和高压线路，在该侧安装一支 SATELIT+ESE2500 提前放电避雷针。

2. 2 机房等电位连接

为了完全能够消除由雷电引起的毁坏性电位差，需要进行等电位地线连接。102 台微波机房和监控室、电视机房、调频机房以及配电机房都要进行局部的等电位连接，且各机房的等电位连接带要相互连接，并通过多根引下线接入地网。机房内的屏蔽网、机壳、电源、工作电路、保安、过压保护等接地要进行统一地、与就近机房共用地网进行可靠的连接。机房内的走线架、水管、暖气管、门窗等各种导体要与母线或地网连接。

2. 3 接地网完善

采用联合接地，变压器地网与机房地网或与铁塔地网之间，应每间隔 3~5m 相互焊接连通（至少有两处连通），以相互组成一个周边封闭的地网 [2-3]。

102 台的地网因环境、地质情况的限制，地网分布不均匀。本次改造，拟在机房建筑物周围增设 l 圈或 2 圈环形接地装置。环形接地装置由水平接地体和垂直接地体组成，水平接地体周边为封闭式 [3-6]，通过环形接地装置与原地网焊接连通；并在铁塔四角设置辐射式延伸接地体，延伸接地体的长度宜限制在 10~30 米 [4]。

2. 4 配电系统防护

配电系统应分区分级设置防雷保安器，在配电室低压侧设第 I 级防护；在发射设备的配电柜电源进线端，微波供电设备配电柜电源进线端设第 II 级防护；在新增自动化电子设备的监控机房内增设第 III 级防护。

2.4.1 第 I 级防护

原第一级防雷箱于 2002 年安装，2006 年已损坏，需更换新的防雷保安装置。这里我们提高一级防雷箱的防护能力，在变压器低压端选用美国强世林的 TK–SE200–3Y380 防雷箱 1 台，配合原有电源防雷箱构成多级防护，将雷电流逐级泄放，以减小对设备的冲击。原一级防雷箱修复后作为备用防雷箱。

JOSLYN 产品具有新颖、可靠的模块设计，多种抑制浪涌技术及热保护技术，采用全模式保护，又是唯一带自动防故障装置、唯一带有后备保护能力的浪涌防护器 [7]。它的使用能够让电源系统在零故障下运作，可以有效地避免因浪涌而造成的断电停工现象，固体发射机的电子元器件不易老化，延长发射机的使用寿命。

2.4.2 第 II 级防护

在原有的电源防雷系统的基础上，对新增设备未设二级防护的调频机房其中一路设备增加一套二级防雷模块，这里我们选用德国 DEHNventil TT 多相复合电涌保护器。



DEHNventil TT 多相复合电涌保护器是电源多相一体化复合电涌保护器，用于将电源线接入防雷等电位系统中，安装于调频机房配电柜 380V 进线端，防止低压设备受到浪涌和直接雷击的破坏 [8]。

特点：

（1）节省空间设计，密封式火花间隙，动作时不喷出气体火花；

（2）采用限定后续电流的 RADAX–Flow 专利技术；

（3）低电压保护等级；

（4）配有完整的接线，适用于一般的网络配置；

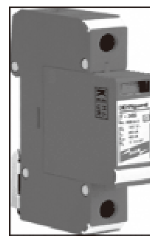
（5）双接线端，以及多功能端口可接导线和汇流排；

（6）可通过 DEHNsignal 遥信模块实现远程监察；

（7）配有工作状态指示灯。

2.4.3 第 III 级防护

由于监控室微电子设备较多，设备自身耐压性能差，在 DEHNguard T 与 DEHNguard T…FM 的基础上，增加了电源三级保护模块 DEHNguard T275，该模块是用于相线与地线之间等电位连接的电涌保护器 [9]。



特点：

（1）使用时，应配合第 II 级电涌保护器；

（2）泄放高压电流；

（3）对于热敏元件控制的双重热脱等装置，应进行可靠的保护；

（4）响应快速；

（5）当发生故障时，设备窗口将由绿色变为红色。

2.4.4 监控室、微波室所有电源插座更换为法国 CITEL 公司的 MS103 防雷插座

MS103 防雷插座提供三个标准插孔，可同时连接三台需保护的设备，适合于工作电压为单相 220V 的总功率最大为 2400W 的电子设备防雷保护，最大放电电流可为 10KA，残压 <1KV。

2. 5 信号防护

2.5.1 微波接收和卫星接收设备

与机房的设备连接的馈线加装 DEHNgate FF TV 同轴电缆保护器或 DEHNgate G BNC 或 DEHNgate GN 天馈线保护器。数量和型号待最终核实后确定。铁塔馈线的接地处理需完善，在可能的情况下，天馈线的金属外壳

保护层，在进入机房时的入口处就近接地。天馈线经走线架上塔时，应在其转弯处的上方 0.5~1 米之间进行良好的接地；在机房入口处和地网之间就近进行引地线链接[10]。

DEHNgate FF TV 是 75Ω 同轴系统首选的电涌保护器，可在 DIN 导轨上进行安装，也可以在墙体上直接安装，并带有便于检查的测试口，频率范围适用于所有的卫星和电视系统，尤其是对多频道系统的应用更加适合。接地通过 DIN 寻轨或地线夹。

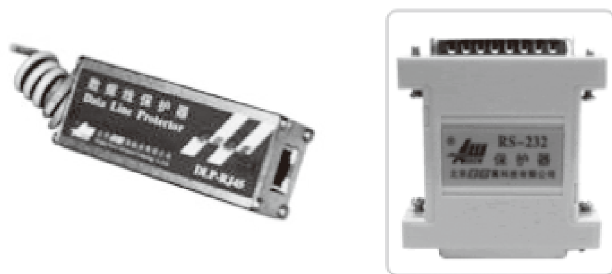
DEHNgate G BNC 或 DEHNgate GN 电涌保护器用于保护微波基站的同轴天馈系统。

2.5.2 自动化设备的信号防护

由于自动化设备直接在发射设备上采样，有雷击侵入的可能，所以考虑在设备的网口和串口增加防雷保护器。这里，网口选用爱劳的 DLP–IV–RJ45 型防雷保护器，DLP–IV–RJ45 防雷保护器用于保护交换机、集线器、网络等自动化设备，其内部具有三级保护功能，集高压泄放、限流与箝位等功能于一体，是一种理想的网络保护装置[11]。

2. 6 合理布线

经现场勘察，由于不同时期设备更新或增加，台内线路分布较为复杂。信号电缆种类多，有屏蔽也有非屏蔽的，都要按防雷标准做妥善处理。电源线和信号线要保持一定的间距，防雷标准中对电力电缆和信号电缆的最小间距的规定如下：当 380 电力电缆 <2KVA，双方都在接地的线槽中，且平行长度≤ 10 米时，最小间距可以是 10mm。



串口选用 DLP-I-RS232 型防雷保护器

采用金属线槽分离不同类型的线缆，合理设置间距，并妥善做好接地和等电位连接，废弃线缆全部做接地处理。

3. 防雷系统的维护和管理

3. 1 防雷系统的维护

防雷系统的维护分为日常性维护与周期性维护。应对 102 台防雷系统进行日常性维护与周期性维护。日常性维护应在雷电活动强烈的地区，每次雷击之后进行目测，周期性维护的周期为 1 年。

根据 102 台实际工作情况，检查外部防雷装置的电气绝缘性，如发现有锈蚀、松动、脱焊等情况，则应当对电气进行连续性检测。

根据 102 台防雷带、网、引下线以及机械损伤情况，雷击放电造成的损伤情况，如有损伤应及时更换。

应检查 102 台的接地装置的接地电阻，如果测试值比规定值大，则应采取相应措施对其进行整改。

对内部防雷装置及等电位连接电气连续性的进行检查，如果连接处发生松动、断路，应及时修复。

对各类 SPD 运行的情况进行检查，如发现异常应及时排除。

有劣化指示和报警功能的防雷保安器实行故障维修，在条件允许的情况下应在每年的雷雨季节前进行 1 次检测。

3. 2 防雷系统的管理

由 102 台相关责任科室负责防雷事宜，进行责任管理。

建立管理制度，对防雷装置的隐蔽工程图纸、年检测试记录、设计安装等，均应及时归档。

对每次发生雷击事件，对设备的损坏情况应及时总结事故原因和整改措施，并及时写出整改意见。

结语

102 台的综合防雷系统经过总体规划设计并实施之后，将确保 102 台转播的广播电视信号安全、优质、完整播出，减少经济损失，充分发挥现有先进设备的作用，创造经济及社会效益。

参考文献

[1] 王红叶 . 广电设施防雷问题探讨 [J]. 广播电视信息，2013.
[2] 张宪 . 微波站的防雷 [J]. 机电信息，2003.
[3] 杨志宏 . 农村有线电视机房的防雷措施 [J]. 中国有线电视，2007.
[4] YD 2011 — 93. 中华人民共和国通信行业标准 微波站防雷与接地设计规范 [S]. 北京：邮电部基建司，1994.
[5] GB50057–95. 中华人民共和国国家标准 建筑物防雷设计规范 [S]. 中国中元国际工程公司 .2000.
[6] 微波站防雷规范 .
[7] 颜儒芬 . 雷电浪涌防护及浪涌防护器 [J]. 电源世界，2002.
[8]DEHNventil TT 多相复合电涌保护器技术说明书 .
[9]DEHNguard T275 技术说明书 .
[10]DEHNgate FF TV 同轴电缆保护器、DEHNgate G BNC 或 DEHNgate GN 天馈线保护器技术说明书 .
[11]DLP–IV–RJ45 防雷保护器技术说明书 .

（作者单位：河南省广电局 102 台）